UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2024/2025

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-004-2024/2025

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Análisis de curvas de luz de tránsitos exoplanetarios mediante el uso de Machine Learning

Descripción general (resumen y metodología):

El Telescopio Espacial Kepler de la NASA (2009-2018) marcó el comienzo de lo que podríamos llamar la era “moderna” de la caza de planetas. Kepler estaba esperando captar pequeñas caídas en la cantidad de luz proveniente de estrellas individuales a lo largo de un cierto periodo de tiempo (curva de luz), causadas por planetas que cruzan frente a ellas. Esto se llama "método de tránsito". Una vez detectado, el tamaño orbital del planeta se puede calcular a partir del período (cuánto tiempo tarda el planeta en dar una vuelta alrededor de la estrella) y la masa de la estrella. Una estimación estadística basada en datos del Telescopio Kepler reveló que hay más planetas que estrellas en nuestra galaxia. Eso significa que hay más de un billón de planetas sólo en nuestra galaxia, muchos de ellos del tamaño de la Tierra.

Debido al gran número de estrellas en nuestra galaxia y la cantidad de datos que estamos tomando usando telescopios espaciales a la caza de exoplanetas, necesitamos desarrollar nuevas técnicas de análisis de las curvas de luz de las estrellas para confirmar la presencia de un planeta y caracterizar sus propiedades. En este TFG se propone crear modelos de tránsitos planetarios y entrenar algoritmos de machine learning para detectar y caracterizar exoplanetas a partir de curvas de luz del telescopio espacial TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) de la NASA, lanzado en 2018 y diseñado para descubrir miles de exoplanetas alrededor de 200,000 estrellas brillantes cerca del Sol. TESS ya ha completado su misión principal obteniendo imágenes de aproximadamente el 75% del cielo estrellado, encontrando 66 nuevos exoplanetas, así como casi 2.100 candidatos que los astrónomos están trabajando para confirmar. Las curvas de luz son públicas y accesibels a la comunidad cientifica a través del Exoplanet Orbit Database (exoplanets.org).

Tipología: Elaboración de un informe o un proyecto de naturaleza profesional.

Objetivos planteados:

El objetivo de este proyecto es desarrollar nuevas herramientas para el análisis de curvas de luz de estrellas para la detección y caracterización de exoplanetas a partir del método de tránsito con la ayuda de algoritmos de aprendizaje automático o machine learning. Tras la aplicación de las herramientas a curvas tanto modeladas como observacionales, se discutirá la efectividad de las herramientas de inteligencia artificial para el análisis de datos de curvas de luz.

Bibliografía básica:

Artículos científicos:

- https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021ARA%26A..59..291Z/abstract
- https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2014PASP..126..827H/abstract
- https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018ApJ...868L..39H/abstract
- https://arxiv.org/pdf/2405.05282

Link a datos y herrramientas:

- NASA Exoplanet Archive: https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/
- TESS Data Products: https://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/tess/data-access.html

- Lightkurve: https://docs.lightkurve.org/index.html
- Exoplanet: https://docs.exoplanet.codes/en/latest/

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Para lograr los objetivos del proyecto se realizarán las siguientes tareas en orden cronológico:

- Realización de curso de iniciación a Python provisto por los tutores del TFG.
- Revisión de la literatura y familiarización con las herramientas en lenguaje Python que se utilizarán.
- Creación de modelos de tránsitos planetarios para diferentes propiedades orbitales y físicas del planeta.
- Entrenamiento de algoritmos de inteligencia artificial y machine learning a partir de los modelos creados.
- Aplicación del algoritmo a los propios modelos para testear y valorar el método.

En función de los resultados se continuará con las siguientes tareas:

- Mejora de las herramientas y testeo sobre modelos si es necesario.
- Aplicación de las herramientas testeadas sobre curvas de luz de exoplanetas confirmados para valorar el método.

En caso de que sea posible, y en función del avance en las tareas anteriores: Aplicación de las herramientas testeadas sobre curvas de luz de candidatos a exoplanetas para ayudar a su confirmación y caracterización.
En todos los supuestos anteriores, finalmente se realizará la correspondiente presentación de los resultados y discusión con respecto a la bibliografía.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MARIA DEL CARMEN ARGUDO FERNANDEZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Correo electrónico: margudo@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: Salvador Duarte Puertas

Ámbito de conocimiento/Departamento: ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Correo electrónico: sduarte@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: CHARAN HERRAIZ ESCALE

Correo electrónico: charan1003@correo.ugr.es